

молодежи – лесному комплексу России: матер. XIII Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2017. – С. 29–32.

4. Коротинский А.Б. Имитационный эксперимент на симуляторе харвестера по сравнительной оценке эффективности заготовки древесины в вертикальном положении обрабатываемых деревьев: [Электронный ресурс]. Выпускная квалификационная работа – Режим доступа: <http://ilbids-usfeu.ru:8083/attachments/article/209/Korotinskiy%20A.B..pdf>. (дата обращения: 06.06.2017).

5. Чернятьев Е.В. Экспериментальная оценка эффективности заготовки древесины на симуляторе харвестера без сортировки и с сортировкой при валке деревьев перпендикулярно: Выпускная квалификационная работа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ilbids-usfeu.ru:8083/attachments/article/209/Chernyantiev%20E.V..pdf>. (дата обращения: 06.06.2017).

6. Санталов А.А. Имитационный эксперимент на симуляторе харвестера по сравнительной оценке эффективности заготовки древесины без сортировки и с сортировкой по патенту РФ № 2504146: [Электронный ресурс]. Выпускная квалификационная работа – Режим доступа: <http://ilbids-usfeu.ru:8083/attachments/article/209/SantalovA.A.pdf>. (дата обращения: 06.06.2017).

7. Правила лесовосстановления: бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти от 15 ноября 2016г. N 44342: утв. Приказом МПР РФ от 29 июня 2016 г. N 375: ввод в действие с 28 ноября 2016г. – М., 2016.

УДК 630.233

Маг. Е.В. Филичкина, Е.В. Чернятьев
А.А. Санталов, А.Б. Коротинский
Рук. С.Б. Якимович
УГЛТУ, Екатеринбург

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ
СПОСОБОВ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ
С РАЗЛИЧНОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ СТВОЛА
В ПРОСТРАНСТВЕ НА СИМУЛЯТОРЕ ХАРВЕСТЕРА**

Цель работы – сравнительная оценка эффективности заготовки древесины по критерию времени цикла посредством имитационного эксперимента на симуляторе харвестера.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Проведение эксперимента и фиксация наблюдений за работой харвестера при заготовке древесины без сортировки: повал вершиной на волок без приземления комля; обработка дерева в вертикальном положении. Сгенерированные таксационные характеристики для проведения эксперимента отличаются для рассматриваемых способов, в связи с тем, что симулятор способен обрабатывать в вертикальном положении деревья меньшего объема, чем при обработке поваленных деревьев. В связи с этим в дальнейшем следует уточнить погрешность сравнительной оценки по времени цикла.

2. Определение статистических оценок полученных выборок в программной среде «Statistica» (табл. 1, 2), построение гистограмм (рис. 1, 2) и выбор законов распределения (табл. 3, 4) продолжительности обработки сортимента харвестером при валке деревьев вершиной на волок и обработка дерева в вертикальном положении.

3. Оценка производительности работы харвестера при валке деревьев вершиной на волок и обработка дерева в вертикальном положении на основе обработки данных, полученных экспериментальным путем на симуляторе «KOMATSU».

Таблица 1

Статистические характеристики продолжительности обработки сортимента харвестером при валке деревьев вершиной на волок

| Количество | Среднее | Минимум | Максимум | Среднее квадратическое отклонение | Дисперсия |
|------------|---------|---------|----------|-----------------------------------|-----------|
| 200,0 | 11,50 | 5,00 | 23,40 | 3,74 | 13,97 |

Таблица 2

Статистические характеристики продолжительности обработки сортимента харвестером по обработке дерева в вертикальном положении

| Количество | Среднее | Минимум | Максимум | Среднее квадратическое отклонение | Дисперсия |
|------------|---------|---------|----------|-----------------------------------|-----------|
| 200,0 | 9,06 | 4,20 | 15,90 | 2,02 | 4,10 |

По итогам статистической обработки экспериментальных данных по представленной в [1] методике с использованием программной среды «Statistica» [2] установлено:

1) время выполнения обработки одного сортимента харвестером при заготовке древесины по патенту РФ № 2504146 подчиняется логнормальному закону распределения (рис. 1, табл. 3) [3], [4] со средним значением 11,50 с на сортимент;

2) заготовка тонкомерной древесины в вертикальном положении подчиняется логнормальному закону распределения (рис. 2, табл. 4) [5], [6] со средним значением 9,3 с.

Таблица 3

Границы интервалов и частот продолжительности обработки сортимента харвестером
при валке деревьев вершиной на волок

| Границы интервалов | Частота | Кумул. частота | Частота, % | Кумул. частота, % | Теор-ая частота | Кумул. теор-ая частота | Теор-ая частота, % | Кумул. теор-ая частота, % | Разность частот |
|--------------------|---------|----------------|------------|-------------------|-----------------|------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|
| <= 6,53333 | 12 | 12 | 6,00000 | 6,0000 | 10,78727 | 10,7873 | 5,39364 | 5,3936 | 1,21273 |
| 8,06667 | 19 | 31 | 9,50000 | 15,5000 | 23,45911 | 34,2464 | 11,72955 | 17,1232 | -4,45911 |
| 9,60000 | 35 | 66 | 17,50000 | 33,0000 | 34,24725 | 68,4936 | 17,12362 | 34,2468 | 0,75275 |
| 11,13333 | 41 | 107 | 20,50000 | 53,5000 | 36,06105 | 104,5547 | 18,03053 | 52,2773 | 4,93895 |
| 12,66667 | 32 | 139 | 16,00000 | 69,5000 | 30,90448 | 135,4592 | 15,45224 | 67,7296 | 1,009552 |
| 14,20000 | 20 | 159 | 10,00000 | 79,5000 | 23,15225 | 158,6114 | 11,57612 | 79,3057 | -3,15225 |
| 15,73333 | 12 | 171 | 6,00000 | 85,5000 | 15,84997 | 174,4614 | 7,92499 | 87,2307 | -3,84997 |
| 17,26667 | 8 | 179 | 4,00000 | 89,5000 | 10,20494 | 184,6663 | 5,10247 | 92,3332 | -2,20494 |
| 18,80000 | 9 | 188 | 4,50000 | 94,0000 | 6,29943 | 190,9658 | 3,14972 | 95,4829 | 2,70057 |
| 20,33333 | 8 | 196 | 4,00000 | 98,0000 | 3,77798 | 194,7437 | 1,88899 | 97,3719 | 4,22202 |
| 21,86667 | 3 | 199 | 1,50000 | 99,5000 | 2,22198 | 196,9657 | 1,11099 | 98,4829 | 0,77802 |
| < бесконеч. | 1 | 200 | 0,50000 | 100,0000 | 3,03429 | 200,0000 | 1,51714 | 100,0000 | -2,03429 |

Таблица 4

Границы интервалов и частот продолжительности обработки сортимента харвестером дерева
в вертикальном положении

| Границы интервалов | Частота | Кумул. частота | Частота, % | Кумул. частота, % | Теор-ая частота | Кумул. теор-ая частота | Теор-ая частота, % | Кумул. теор-ая частота, % | Разность частот |
|--------------------|---------|----------------|------------|-------------------|-----------------|------------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|
| <=3,93333 | 0 | 0 | 0,00000 | 0,0000 | 0,02923 | 0,0292 | 0,01461 | 0,0146 | -0,02923 |
| 4,86667 | 1 | 1 | 0,50000 | 0,5000 | 0,73049 | 0,7597 | 0,36524 | 0,3799 | 0,26951 |
| 5,80000 | 7 | 8 | 3,50000 | 4,0000 | 5,18955 | 5,9493 | 2,59477 | 2,9746 | 1,81045 |
| 6,73333 | 12 | 20 | 6,00000 | 10,0000 | 16,41193 | 22,3612 | 8,20596 | 11,1806 | -4,41193 |
| 7,66667 | 32 | 52 | 16,00000 | 26,0000 | 30,10205 | 52,4632 | 15,05103 | 26,2316 | 1,89795 |
| 8,60000 | 38 | 90 | 19,00000 | 45,0000 | 37,80585 | 90,2691 | 18,90292 | 45,1345 | 0,19415 |
| 9,53333 | 35 | 125 | 17,50000 | 62,5000 | 36,24650 | 126,5156 | 18,12325 | 63,2578 | -1,24650 |
| 10,46667 | 31 | 156 | 15,50000 | 78,0000 | 28,55261 | 155,0682 | 14,27631 | 77,5341 | 2,44739 |
| 11,40000 | 18 | 174 | 9,00000 | 87,0000 | 19,44895 | 174,5171 | 9,72447 | 87,2586 | -1,44895 |
| 12,33333 | 13 | 187 | 6,50000 | 93,5000 | 11,88034 | 186,3975 | 5,94017 | 93,1987 | 1,11966 |
| 13,26667 | 6 | 193 | 3,00000 | 96,5000 | 6,68266 | 193,0801 | 3,34133 | 96,5401 | -0,68266 |
| 14,20000 | 4 | 197 | 2,00000 | 98,5000 | 3,53009 | 196,6102 | 1,76505 | 98,3051 | 0,46991 |
| 15,13333 | 1 | 198 | 0,50000 | 99,0000 | 1,77731 | 198,3875 | 0,88865 | 99,1938 | -0,77731 |
| 16,06667 | 2 | 200 | 1,00000 | 100,0000 | 0,86255 | 199,2501 | 0,43128 | 99,6250 | 1,13745 |
| < бесконеч. | 0 | 200 | 0,00000 | 100,0000 | 0,74991 | 200,0000 | 0,37495 | 100,0000 | -0,74991 |

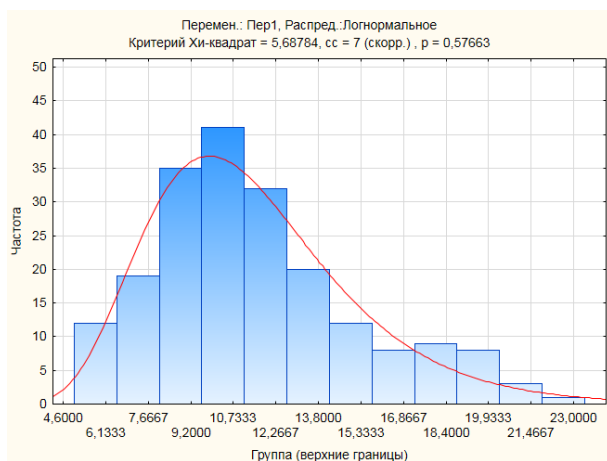


Рис. 1. Гистограмма и закон распределения продолжительности обработки сортимента харвестером при валке деревьев вершиной на волок ($\chi^2 = 5,68784$, $\alpha = 0,57663$)

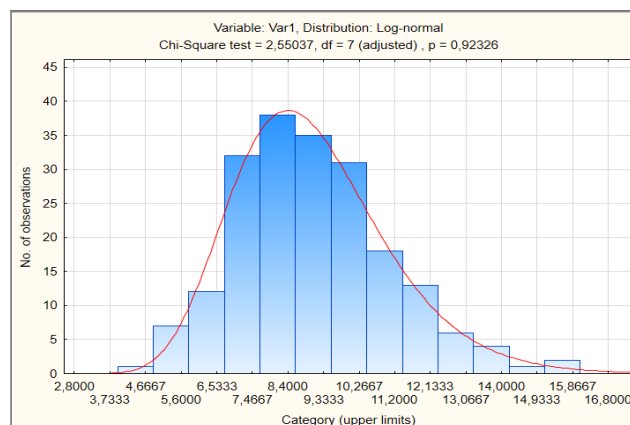


Рис. 2. Гистограмма и закон распределения продолжительности обработки сортимента харвестером дерева в вертикальном положении способом ($\chi^2 = 2,55037$, $\alpha = 0,92326$)

Для того чтобы более точно оценить правильность распределения в выборке, было решено провести расчет среднего времени цикла заготовки древесины харвестером в диапазонах с наибольшим количеством обрабатываемых сортиментов. В результате получены данные: среднее время цикла заготовки одного сортимента харвестером: путем повала вершиной на волок без приземления комля составило –10,9 с; при обработке дерева в вертикальном положении (на стоящем дереве) –9,3 с.

Для сравнения использовано логнормальное распределение: путем поинтервальной оценки наибольшего числа обрабатываемых сортиментов. На основе этого определено, что среднее время цикла заготовки одного сортимента харвестером путем повала вершиной на волок без приземления комля составило 10,9 с, что значительно превышает время цикла заготовки одного сортимента харвестером тонкомерной древесины в вертикальном положении, равном 9,3 с. Расхождение между временами цикла составляет 12 %.

Библиографический список

1. Якимович С.Б., Тетерина М.А. Синхронизация обрабатывающе-транспортных систем заготовки и первичной обработки древесины. – Йошкар-Ола.: Изд-во Марийского гос. техн. ун-та, 2011. – 201 с.
2. Боровиков В.П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. – СПб.: Питер, 2001. – 656 с.

3. Имитационный эксперимент на симуляторе харвестера-форвардера «KOMATSU» / А.А. Санталов, Е.В. Чернятьев, С.Б. Якимович, М.А. Тетерина // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. XIII Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2017. – С. 25–29.

4. Санталов А.А. Имитационный эксперимент на симуляторе харвестера по сравнительной оценке эффективности заготовки древесины без сортировки и с сортировкой по патенту РФ № 2504146; [Электронный ресурс]. Выпускная квалификационная работа. Режим доступа: <http://ilbids-usfeu.ru:8083/attachments/article/209/SantalovA.A.pdf>. (дата обращения: 06.06.2017).

5. Коротинский А.Б., Якимович С.Б., Тетерина М.А. Оценка сохранности подроста при заготовке сортиментов харвестером на основе имитационного эксперимента на симуляторе «KOMATSU» // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России: матер. XIII Всерос. науч.-техн. конф. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2017. – С. 29–32.

6. Коротинский А.Б. Имитационный эксперимент на симуляторе харвестера по сравнительной оценке эффективности заготовки древесины в вертикальном положении обрабатываемых деревьев: [Электронный ресурс]. Выпускная квалификационная работа. Режим доступа: <http://ilbids-usfeu.ru:8083/attachments/article/209/Korotinskiy%20A.B..pdf>. (дата обращения: 06.06.2017).

УДК 630.233

Маг. Е.В. Чернятьев, Е.В. Филичкина, Д.С. Янгильдин
Рук. С.Б. Якимович
УГЛТУ, Екатеринбург

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО СПОСОБА ЗАГОТОВКИ СОРТИМЕНТОВ В ВЕРТИКАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ

Цель работы – сравнительная оценка двух способов заготовки древесины по критерию времени цикла посредством имитационного эксперимента на симуляторе харвестера.

Для достижения поставленной цели решены задачи.

1. Проведение эксперимента и фиксация наблюдений за работой харвестера при заготовке древесины без сортировки:

- традиционным способом, ось поваленного дерева перпендикулярно волоку;